

Verslag van een studiereis door de
Verenigde Staten en Canada van
9 juli t/m 20 augustus 1978.

Rapport no. 121.

S. Tamminga.

Inhoud

Inleiding	1
Aspecten van de veehouderij in de VS en Canada	3
Organisatie van landbouwkundig onderzoek in de VS en Canada	6
Onderzoek naar aspecten van het eiwitmetabolisme bij herkauwers.	10
Onderzoek naar de manipulatie van de fermentatie in de voormagen van herkauwers	21
Onderzoek naar de benutting van afvalstoffen	27
Onderzoek naar infrarood reflectie spectroscopie voor de voederwaardebepaling van (ruw-)voedermiddelen	30
Diversen	33

Inleiding.

Het doel van deze reis was tweeledig. Enerzijds werd als onderdeel van de reis de gecombineerde jaarlijkse bijeenkomst van de American Dairy Science Association, ADSA (73^e jaarlijkse bijeenkomst) en de American Society of Animal Science, ASAS (70^e jaarlijkse bijeenkomst) bijgewoond. In één der vergaderingen tijdens genoemd congres, gewijd aan het thema "Quantitative aspects of Nitrogen Metabolism in the Rumen", werd, op uitnodiging, een lezing gehouden over het onderwerp "Protein degradation in the forestomachs of ruminants". Het resterende deel van de reis werd gebruikt voor het bezoeken van een 15-tal onderzoekinstellingen in de Verenigde Staten en Canada, als een algemene oriëntering op het gebied van (vee-) voedingsfysiologisch onderzoek in de VS en Canada in het algemeen en het verteringsfysiologisch onderzoek bij herkauwers in het bijzonder. Het hierbij gevolgde reisschema wordt hieronder weergegeven:

1. Michigan State University, Department of Animal Husbandry, East Lansing, Michigan, U.S.A., 14 juli.
2. University of Guelph, Department of Animal and Poultry Science, Guelph, Canada, Ontario, 17 juli.
3. University of British Columbia, Department of Physiology (Faculty of Medicine) and Department of Animal Science (Faculty of Agriculture), Vancouver, British Columbia, Canada, 19 juli.
4. University of Alberta, Department of Animal Science, Edmonton, Alberta, Canada, 21 juli.
5. University of Manitoba, Department of Animal Science, Winnipeg, Manitoba, Canada, 24 juli.
6. South Dakota State University, Department of Dairy Science and Department of Animal Science, Brookings, South Dakota, U.S.A., 26 juli.

Tot slot worden nog een beperkt aantal uiteenlopende zaken onder de noemer diversen kort besproken; onder andere wordt aandacht geschonken aan een aantal bij het onderzoek toegepaste technieken.

2. Aspecten van de veehouderij in de VS en Canada.

Het beginnen van dit hoofdstuk met op te merken dat "Amerika een groot land is", lijkt het intrappen van een open deur. De afmetingen van dit continent in aanmerking nemend is het echter niet verwonderlijk dat er regionale verschillen bestaan in veehouderij die op zijn minst even groot zijn als die tussen de verschillende West-Europese landen.

De manier waarop in de diverse streken van de VS en Canada landbouw wordt bedreven wordt sterk beïnvloed door op zijn minst 3 factoren, t.w. klimaat (temperatuur, regenval), bodem (gesteldheid van het terrein en vruchtbaarheid) en de aan- of afwezigheid van grote bevolkingscentra.

Heel globaal kan worden gesteld dat van noord naar zuid de temperatuur toeneemt en dat van oost naar west de neerslag afneemt. De grote bevolkingscentra liggen vooral langs de kust en rond de grote meren. Zowel in het westen (Rocky Mountains) als in het oosten (Apalachen) wordt de landbouw tot op zekere hoogte belemmerd door de gesteldheid van het terrein. Voldoende regenval in het noordoosten van de VS en het zuidoosten van Canada (Pennsylvania, New York, Maine, New Brunswick) en een heuvel- tot bergachtig terrein maken een landschap mogelijk met veel bos. Meer naar het westen (in de VS het zogenaamde midden-westen met staten als Wisconsin, Michigan, Iowa, Illinois, Indiana, Ohio en Kentucky en in Canada Ontario) is het terrein vlakker met nog een voldoende regenval. Veehouderij (melkveehouderij, varkenshouderij en in mindere mate mestveehouderij) worden hier uitgeoefend. Als voer wordt vooral op het eigen bedrijf geteelde mais (corn grain, high moisture corn en corn silage) en lucerne (alfalfa hay, alfalfa haylage) gebruikt.

Verder naar het westen (Manitoba in Canada, Noord- en Zuid Dakota, Nebraska en Kansas in de VS) neemt de regenval af, maar is nog voldoende voor de graanverbouw (de zogenaamde corn-belt). Nog verder westwaarts (Saskatchewan in Canada, Washington, Montana, Wyoming, Oregon, Nevada, Utah, Colorado en Arizona in de VS) belemmeren zowel de gesteldheid van het terrein als de lage regenval intensieve veehouderij en de verbouw van graan en vindt extensieve veehouderij plaats. In de (vruchtbare) zuidoostelijke staten van de VS (Kentucky, Virginia, North- en South Carolina, Georgia, Alabama, Mississippi, Louisiana) vindt vooral teelt van tabak en katoen plaats.

Met name de grote bevolkingscentra veroorzaken vaak concentraties van bedrijven waar dierlijke produktie plaats vindt, zelfs als de hiervoor benodigde voedermiddelen van elders moeten worden aangevoerd. Zo worden de grootste melkveebedrijven (vaak meer dan duizend melkkoeien) zowel als de grootste mestveebedrijven (zgn, "feedlots" met soms meer dan 100.000 stuks mestvee) aangetroffen in Californië. Met name de melkveehouderij is vaak geconcentreerd op betrekkelijk korte afstand van grote steden. Voorbeelden zijn het reeds genoemde Californië met als grote bevolkingscentra Los Angeles en San Fransisco, Michigan met Detroit, Wisconsin met Chicago in de VS en Ontario met de nabijgelegen centra Toronto, Ottawa en Quebec in Canada.

Om een indruk te geven van landbouw en veehouderij in de VS worden in de navolgende tabellen een aantal recente cijfers gegeven:

Geteelde oppervlakten van diverse gewassen in de VS in 1977.

	ha x 1000	%
mais (graan)	28.300	22
mais (silage)	3.750	3
granen (excl. mais)	36.000	28
sojabonen	23.400	18
hooi (gemengd)	24.500	19
lucernehooi (alfalfa)	11.000	9
oppervlakte Nederland	3.616	

Aantallen Landbouwhuisdieren in de VS in 1978.

melkvee, mestvee + jong	116.250.000	
rundvee		
melkvee	15.000.000	(waarvan 4 miljoen jongvee)
varkens	57.600.000	
schapen + lammeren	12.400.000	
pluimvee (excl. kalkoenen)	386.500.000	
kalkoenen	3.000.000	

De totale waarde van de bovengenoemde veestapel wordt voor 1978 geschat op ca. 32 miljard dollar (ca. 70 miljard gulden). Een belangrijk deel van de dierlijke produktie wordt in de VS en Canada zelf geconsumeerd. Een indruk van wat de gemiddelde Amerikaan zo al verorbert aan dierlijke produkten wordt in onderstaande tabel verkregen:

Consumptie aan dierlijke produkten in de VS per hoofd van de bevolking in 1977.:

	kg/jaar		kg/jaar
rundvlees	42,3	eieren	15,6
varkensvlees	25,8	melk	132,8
kip	20,1	ijs	8,0
kalkoen	4,2	boter	2,0
kalfsvlees	1,5	(margarine)	5,3
schapen/lamsvlees	0,7	kaas	7,4

Uit de tabellen blijkt dat binnen de dierlijke produktie de rundveehouderij (zowel melk als vleesvee) verreweg het belangrijkste is. De totale waarde van de rundveestapel wordt geschat op ruim 27 miljard dollar, of 84 % van de totale veestapel.

3. Organisatie van landbouwkundig onderzoek in de VS en Canada

Het landbouwkundig onderzoek in de VS vindt voor een belangrijk deel plaats op de universiteiten. Omdat de universiteiten door de desbetreffende staat grotendeels worden gefinancierd hebben deze meer een regionaal karakter. Ook het onderzoek krijgt daardoor een meer regionaal belang. Dit wordt in de VS nog in de hand gewerkt doordat de voorlichtingsdienst in de universiteiten geïncorporeerd is. In vele zoötechnische afdelingen (Department of Animal Science, Department of Dairy Science) vindt men daarom een verdeling in drie categorieën, nl. Onderzoek, Onderwijs en Voorlichting. Medewerkers van zo'n afdeling bekleden dan ook een gemengde functie, vaak Onderwijs en Onderzoek maar ook b.v. Onderzoek en Voorlichting. Zowel doordat het onderzoek een meer regionaal karakter heeft als doordat de voorlichters er mee "de boer op moeten" heeft het onderzoek nogal eens een op de praktijk gericht karakter.

Naast onderzoek op de universiteiten vindt er onderzoek plaats in door de Federale regering in Washington (United States Department of Agriculture, USDA) opgerichte en geleide onderzoekinstellingen. Het grootste en meest bekende op dit gebied is waarschijnlijk het Agricultural Research Center te Beltsville, vlakbij Washington. Daarnaast is er een Federal instituut voor onderzoek op het gebied van de mestveehouderij, ca 10 jaar geleden gesticht in Clay Center, Nebraska. Momenteel is er een Federal onderzoekcentrum in oprichting op het gebied van melkveehouderij en ruwvoerders. Dit zal vermoedelijk worden gevestigd in Madison, Wisconsin. Naast deze genoemde onderzoekinstellingen met een nationale betekenis heeft het USDA een aantal regionale onderzoekinstellingen, vaak sterk gelieerd met plaatselijke universiteiten.

Ook in Canada vindt een belangrijk deel van het landbouwkundig onderzoek plaats op de universiteiten. Daarnaast heeft de centrale regering een eigen onderzoekapparaat (Agriculture Canada) met over het hele land verspreid enkele tientallen onderzoekinstellingen. Deze instellingen hebben geen officiële binding met de universiteiten. Het Canadese voorlichtingsapparaat wordt vanuit deze onderzoekinstellingen georganiseerd.

Dit laatste is dus duidelijk verschillend met de situatie in de VS en doet meer denken aan de situatie zoals we die in Nederland kennen.

De onderzoekoutillage van de instellingen in zowel de VS als Canada varieert nogal. In een aantal gevallen hebben de universiteiten geprofiteerd van het te klein worden van de zgn Campus waarop ze zijn gevestigd als gevolg van de groeiende aantallen studenten. Uitbreiding bleek alleen mogelijk door de op de Campus gevestigde proefboerderijen naar elders te verplaatsen. Dit leverde in b.v. Guelph een moderne outillage op. Vergeleken met de situatie zoals we die nu voor het I.V.V.O. in Lelystad kennen konden de meeste proefbedrijven niet tot de meest moderne gerekend worden. Vooral ontbrak het vaak aan voldoende ruimte voor het afwegen van voer e.d. iets waarmee we op onze outillage zeer verwend zijn. Ook voor wat betreft faciliteiten voor het uitvoeren van meer fundamenteel onderzoek was de beschikbare outillage zeer variabel. Vergelijking van de I.V.V.O. outillage op dit gebied met die van een aantal noord-amerikaanse onderzoekinstellingen viel meestal ten nadele van laatstgenoemde uit. Mijns inziens terecht werd door enkele onderzoekers uit de VS en Canada die het I.V.V.O. met eigen ogen hebben gezien opgemerkt dat onze accommodatie tot de modernste ter wereld gerekend moeten worden. Het voor een gehoor van zo'n 500 deelnemers aan het eerder genoemde symposium door Prof. L. Satter publiekelijk verkondigen van deze mening kan de komende jaren wel eens wat extra bezoekers van over de oceaan bij het I.V.V.O. veroorzaken.....

Voor de financiering van het onderzoek zijn vele noord-amerikaanse professoren en wetenschappelijke medewerkers (assistent-professor, associate-professor) zeer veel tijd kwijt met het min of meer "verkopen" van onderzoekvoorstellen o.a. aan de industrie. Met name associate professors hebben het hier erg druk mee, want geld betekent studenten en onderzoekresultaten.

Het verhaal gaat dat als gevolg van deze vele bezigheden het echtscheidingspercentage onder deze categorie uitzonderlijk hoog is..... Ook gebouwen worden soms op deze manier gerealiseerd. Dat kan tot gevolg hebben dat er een feedlot wordt gebouwd met een half dozijn verschillende typen torensilo's, omdat deze stuk voor stuk door een ander bedrijf werden gefinancierd.

Bouwwerken moeten vaak worden aanbesteed via openbare inschrijving. Dit heeft tenminste in één universiteit geleid tot een type torensilo die men eigenlijk niet wilde omdat dit type te duur was. De fabrikant zag echter de reclame die zijn produkt zou maken op het proefbedrijf van een universiteit wel zitten en schreef zo laag in dat er voor de universiteit nauwelijks keus was.

Hoewel een dergelijk systeem van onderzoekfinanciering dus duidelijk nadelen heeft heeft het in ieder geval tot gevolg dat de zaken worden afgemaakt. Hoewel dit laatste in sommige gevallen in de hand werkt dat niet al te overtuigende onderzoekresultaten toch worden gepubliceerd kan het ook als een soort stok achter de deur werken. Vele onderzoekers in de VS en Canada zijn bezig met zowel erg fundamenteel onderzoek als onderzoek van meer praktische aard. Dit mogelijk omdat onderzoek van meer praktische aard sneller rendement oplevert (geld van een sponsor) waardoor het meer fundamentele onderzoek mede gefinancierd kan worden.

Een opvallend verschil tussen de onderzoekinstellingen in de VS en Canada enerzijds en bv. het I.V.V.O. anderzijds is de openheid voor het publiek van eerstgenoemden. Op de proefbedrijven van sommige Amerikaanse universiteiten. (o.a. die van Illinois en die van Michigan) was het voor het publiek zelfs toegestaan om tussen 's morgens 9 en 's middags 5 onaangekondigd de bedrijven te bezoeken en daar ook zonder begeleiding de zaken in ogenschouw te nemen. Zelfs gedurende het weekend, wanneer er niet voortdurend personeel aanwezig was werd hier niet van afgeweken.

Met name in de VS is er een ontwikkeling gaande waarbij de tot nu toe vaak gescheiden Departments of Animal and Dairy Science worden samengevoegd. Niet iedereen is hiermee even gelukkig, omdat in de zelfstandige Dairy Science Departments vaak nogal wat aandacht wordt besteed aan zuivel en de hiermee samenhangende technologie.

In de gecombineerde Departments of Animal Science kwam dit vaak in de verdrukking of werd dit aspect overgeheveld naar het Department of Nutrition. Een ander nadeel van sommige Departments of Animal Science was dat zowel de fokkerij-onderzoekers als de (vee) voedingsonderzoekers gebruik moesten maken van proefdieren uit dezelfde vee-stapel. Meestal werd het belang van een produktief dier voor fokkerijonderzoek hoger aangeslagen dan dat voor voedingsonderzoek. Met name was het op verschillende plaatsen erg moeilijk, zo niet onmogelijk, hoog productieve dieren te krijgen voor het doen van verteringsfysiologisch onderzoek waarbij de dieren chirurgisch moesten worden aangepast. (bv. van fistels worden voorzien).

Een van de bezoeken gold het onderzoekcentrum van een pharmaceutische industrie (Ely Lilly). De hier beschikbare outillage was zonder meer indrukwekkend. Opvallend was dat men hier over een eigen zeer goed geoutilleerde afdeling voor het uitvoeren van toxicologisch onderzoek beschikte. Het toxicologisch onderzoek van de nieuwe ontwikkelde produkten werd dan ook in eigen beheer gedaan, zij het wel in overleg met en tot op zekere hoogte via aanwijzingen van de Food and Drug Administration. Er was momenteel nogal wat geld beschikbaar voor onderzoek, omdat hiervoor een vast percentage van de door het concern gemaakte winst voor beschikbaar werd gesteld en er de laatste jaren goede winsten waren gemaakt. Toch zitten er aan een dergelijke regeling wel bezwaren, omdat daardoor het beschikbare budget van jaar tot jaar nogal sterk kan variëren. Bovendien wordt er in tijden dat het iets minder goed gaat vrij snel op onderzoekactiviteiten bezuinigd. Dit had zich bv. voorgedaan bij een andere soortgelijke firma (Smith, Kline & French), waar men enkele jaren geleden een vrij sterk bezette onderzoeksgroep had samengesteld voor het doen van fundamenteel onderzoek naar de voederopname bij herkauwers. Toen de winsten van het concern terugliepen had de directie vrij abrupt de activiteiten van deze groep laten beeindigen.

Sinds ongeveer 2 jaar werd er weer "goed geboerd" en nu was men weer bezig de onderzoekactiviteiten vrij sterk uit te breiden.

Naast de uitstekende onderzoekoutillage van Ely Lilly kwam de openheid van de onderzoekers voor wat betreft onderzoekresultaten erg positief over. Toen dit ter sprake werd gebracht werd van hun kant wel opgemerkt dat men tegenover "collega's" van concurrerende firma's wel een iets andere houding placht aan te nemen.....

4. Onderzoek naar aspecten van het eiwitmetabolisme bij herkauwers.

Ook in de VS en Canada twijfelt men aan de waarde van vre als maatstaf voor de eiwitwaardering bij herkauwers. Door een aantal Amerikaanse onderzoekers zijn er de laatste jaren dan ook voorstellen gedaan om te komen tot een ander eiwitwaarderingssysteem voor herkauwers, dat rekening houdt met enerzijds de afbraak van voereiwit in de voormagen en anderzijds de synthese van microbiëel eiwit. (W. Burroughs, Iowa State University; W. Chalupa, University of Pennsylvania; L.D. Satter, University of Wisconsin).

Echter deze voorstellen zijn (nog) niet door de NRC (National Research Council) overgenomen in hun hernieuwde (1978) uitgaven van de Nutrition Requirements of Ruminants. Wel is men afgestapt van het uitdrukken van de eiwitbehoefte in vre. In plaats daarvan wordt nu re gebruikt. Daarnaast wordt in een commentaar aandacht geschonken aan de omstandigheden waaronder ureum plantaardig eiwit kan vervangen en aan het mogelijke belang van de eiwitoplosbaarheid voor de benutting door het dier van plantaardig eiwit.

Zowel microbiële eiwitafbraak als microbiële eiwitsynthese in de voormagen zijn het onderwerp van vele studies in de VS en Canada, zij het dat men voor het overgrote deel in vitro technieken gebruikt.

Voor wat betreft het schatten van de eiwit afbraak is een eenvoudige en veel gebruikte methode het bepalen van de N-oplosbaarheid na incubatie van een N-houdend monster in diverse oplosmiddelen. Vergelijkend onderzoek van diverse incubatiemedia (W.H. Hoover et al, University of Maine; D. Waldo & H.K. Goering, USDA, Beltsville) had recentelijk laten zien dat er aanzienlijke verschillen kunnen bestaan in N-oplosbaarheid van hetzelfde voeder-middel in verschillende incubatiemedia. Een tamelijk goede overeenkomst werd echter gevonden tussen de oplosbaarheid in kunstmatig speeksel en een fysiologische zout-oplossing (W.H. Hoover et al).

Iets meer gecompliceerde methoden gaan uit van incubaties met pensvloei-stof. Als maat voor de eiwitafbraak in de pens wordt wel gebruikt de hoeveelheid NH_3 welke vrij komt na zo'n incubatie. Een variant hierop is het bepalen van de snelheid van NH_3 -vorming. Combinatie hiervan met de retentietijd van het voer in de voormagen (G.A. Broderick, University of Texas) zou een betere maat moeten opleveren voor de eiwitafbraak in de voormagen in vivo. Bij minder goed afbreekbare eiwitten duurt de incubatieperiode dermate lang dat de microbiële activiteit wordt geremd door de eindprodukten. Bovendien werd gevonden dat verschillende gedeelten van het eiwit in een voedermiddel met een verschillende snelheid worden afgebroken. Een rantsoen, samengesteld uit een aantal verschillende grondstoffen (in Nederland gewoonlijk minstens een half dozijn) zou een dermate groot aantal snelheidsconstanten opleveren, dat samengestelde rantsoenen volgens deze methode niet goed meer meetbaar zijn.

Volgens P. van Soest (Cornell University) is de situatie in feite nog gecompliceerder. In zijn onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen 4 verschillende N-houdende bestanddelen. Dit zijn het oplosbare deel (1), vooral bestaande uit niet-eiwit-N wat met grote snelheid wordt afgebroken. Daarnaast binnen het onoplosbare deel een afbreekbaar deel en een niet afbreekbaar deel. Binnen het onoplosbare, afbreekbare deel wordt dan nog onderscheid gemaakt tussen een deel wat snel wordt afgebroken (2) en een deel wat veel langzamer wordt afgebroken (3).

Tenslotte resteert zoals gezegd een niet oplosbaar, niet afbreekbaar deel (4). Dit laatste zou gevormd worden door van nature niet aantastbaar N (bv. N in lignine in ruwvoeders) en N dat door bv. oververhitting onafbreekbaar is geworden. Het onoplosbare niet afbreekbare deel van de N in een voedermiddel is volgens Van Soest et al ook onverteerbaar in de dunne darm. In hun onderzoek werd geprobeerd eiwitafbraak te simuleren door het te onderzoeken voedermiddel te incuberen met een in de handel verkrijgbaar protease, afkomstig van *Streptomyces griseus*, een enzympreparaat met een pH optimum tussen 6,5 en 7.

Uit bovenstaande benaderingen blijkt dat men in de VS (m.i. terecht) veel waarde hecht aan de invloed van de verblijfstijd van het voer in de voormagen op de uiteindelijke afbraak. Het zonder meer van toepassing verklaren van onderzoekuitkomsten bij schapen gevoerd op of iets boven hun onderhoudsbehoefte op de situatie in hoogproductief melkvee wordt door de meeste onderzoekers in de VS en Canada van de hand gewezen. Dat heeft ook tot gevolg dat er veel gesleuteld wordt aan de incubatietechnieken zelf, om op die manier de in vivo situatie beter na te bootsen.

In eerste instantie heeft men de oplossing gezocht in het overgaan van zgn. batch-cultures naar continue-cultures. In een batch-culture wordt het substraat geënt met een hoeveelheid pensvloeistof en gedurende een bepaalde tijd geïncubeerd, zonder dat het substraat ververst wordt of de eindprodukten worden afgevoerd, waardoor op den duur de micro-organismen afsterven, hetzij bij gebrek aan substraat, hetzij door een ophoping van voor de micro-organismen giftige eindprodukten. In een continue-culture vindt een voortdurende aanvoer plaats van substraat. D.m.v. een overflow veroorzaakt de aanvoer van (doorgaans oplosbaar) substraat tevens dat er een voortdurende afvoer plaats vindt van onaangetast substraat, gevormde eindprodukten en gevormde microbiële massa. Het variëren van de aanvoersnelheid en/of de substraat concentratie maakt het bovendien mogelijk de kinetiek van microbiële groei beter te bestuderen. Echter in de herkauwer vindt doorgaans niet een continue aanvoer van substraat plaats, reden waarom verschillende onderzoekers andere oplossingen hadden gezocht.

Een verbetering van de batch-culture was o.a. door Chalupa et al (University of Pennsylvania) gevonden door van tijd tot tijd een gedeelte van de inhoud van het incubatieflesje te vervangen door een nieuw substraat, waardoor volgens hen de situatie in het dier beter werd benaderd. Variatie in het deel wat werd ververst en de tijdsduur tussen de verversingen maakte ook een bestudering van de wetsmatigheden van microbiële groei onder deze omstandigheden mogelijk. In weer een andere versie (C. Sniffen en W. Hoover, University of Maine) werd kunstmatig een verschil gecreëerd tussen de retentietijd van de vloeibare fase in de (continue-) culture en de deeltjesfase. Het substraat werd continue aangevoerd als een suspensie van fijn gemalen voer. Afvoer van de vloeibare fase vond actief plaats door via een van een filter voorziene extra afvoermogelijkheid vloeistof weg te pompen. Afvoer van de deeltjesfase wordt bewerkstelligd door de overflow, d.w.z. de aanvoersnelheid van substraat was hoger dan de afvoersnelheid van de vloeistoffase; het verschil wordt weggewerkt via de overflow.

Het gebruik van in vivo technieken m.b.v. van fistels voorziene dieren heeft tot nu toe in de VS en Canada niet een erg grote vlucht genomen, al neemt het de laatste jaren duidelijk toe. Een van de redenen hiervoor lijkt dat men (met name in de VS) aan het schaap als model voor andere soorten herkauwers een beperkte waarde toekent, met name als model voor de hoogproduktieve melkkoe. Het gebruik van hoogproduktieve melkkoeien voor dit type onderzoek is vaak niet mogelijk, omdat deze dieren te waardevol zijn voor het fokkerij-onderzoek. Bovendien is men in de weinige gevallen dat men wel over de gewenste dieren voor dit onderzoek kon beschikken gestuit op opname-problemen, iets waar we binnen het I.V.V.O. ook mee worstelen. Dit laatste had er in Madison (University of Wisconsin) toe geleid dat men weer van het gebruik van melkkoeien met re-entrant fistels was afgestapt en meer heil zag in dieren voorzien van zgn T-fistels.

Tenslotte maakte ook de zgn. "dacron-bag" techniek op enkele plaatsen opgang.

Vrij veel aandacht wordt besteed aan methoden om de eiwitafbraak in de voormagen van herkauwers te remmen. Hierbij geeft men duidelijk de voorkeur aan procedures die als "natuurlijk" gekwalificeerd kunnen worden. Toevoegingen van coatende stoffen bv. formaldehyde of andere meer pharmaceutische produkten liggen niet zo goed in de markt. Dit omdat de Food and Drug Administration (FDA) zeer strenge eisen stelt voor wat betreft residuen in het eindprodukt, in het bijzonder bij melkkoeien. Men zoekt het daarom meer in het selecteren van grondstoffen met een lage eiwitaantastbaarheid c.q. oplosbaarheid, het toevoegen van een gecontroleerde hittebehandeling, waardoor het eiwit meer of minder wordt gedenatureerd, d.w.z. minder oplosbaar wordt gemaakt of het toevoegen van in de natuur voorhanden zijnde stoffen met een eiwitdenaturerende werking. In dit verband kan Masonex, een bij de houtindustrie vrijkomend produkt wat vooral koohydraten en looistoffen bevat, genoemd worden. In vitro onderzoek naar de eiwitoplosbaarheid verlagende werking van Masonex (W. Chalupa, University of Pennsylvania) gaf nogal wisselende uitkomsten te zien. Vrij veel aandacht werd ook besteed aan de remmende werking welke Rumensin zou hebben op de microbiële eiwitafbraak. (Op het effect van Rumensin op pensfermentatie wordt later in dit verslag uitgebreid teruggekomen).

Voor de praktijk lijkt het selecteren van eiwithoudende grondstoffen voor krachtvoer met een lage eiwitoplosbaarheid vooralsnog het meest van betekenis. Met name de coöperatieve mengvoederindustrie (o.m. Agway in het noordoosten van de VS) is op dit gebied nogal actief. Toch moet het belang van deze ontwikkeling voor de hele VS niet worden overschat. Aangekocht krachtvoer speelt in grote delen van de VS slechts een ondergeschikte rol in de voeding van melkvee, terwijl de gevoerde rantsoenen veelal gebaseerd zijn op het voeren van veel mais (wat van nature al een lage eiwitoplosbaarheid heeft), lucerne en zo nodig sojaschroot.

Door de samenstelling van de noordamerikaanse melkveerantsoenen zou er in vergelijking met de nederlandse rantsoenen gemiddeld wel eens iets meer eiwit uit het rantsoen aan afbraak in de voormagen kunnen ontsnappen. Als bij deze rantsoenen bovendien de omstandigheden voor microbiële eiwitsynthese gunstig zijn, komt er in de dunne darm relatief meer eiwit beschikbaar voor absorptie dan bij nederlandse melkveerantsoenen met een zelfde eiwitgehalte. Dit is mogelijk de reden waarom de noordamerikaanse eiwitnormen voor melkvee betrekkelijk laag zijn.

Sommige onderzoekers in de VS maakten zich zorgen over een minder goed bij de behoefte van het dier aansluitende aminozuursamenstelling van het in de dunne darm voor absorptie beschikbaar komende eiwit, wanneer er een relatieve verschuiving plaats zou vinden van microbiëel eiwit naar onaangetast voereiwit. Wanneer het voereiwit bovendien een zeer eenzijdige aminozuursamenstelling zou hebben bv. maiseiwit, zou er zelfs van een aminozuur "imbalance" sprake kunnen zijn (W. Burroughs, Iowa State University), wat door een effect via de hersenen een verlaging van de voederopname zou kunnen veroorzaken.

Veel onderzoek werd ook verricht naar de synthese van microbiëel eiwit in de voormagen van herkauwers, waarbij vooral de invloed van een verandering in de retentietijd in de voormagen (zowel van vloeistof als van vaste deeltjes) veel aandacht kreeg. (M.P. Bryant, University of Illinois; C. Sniffen, Cornell University; R.A. Zinn, University of Kentucky).

Opvallend was dat de theorieën van o.a. professor Stouthamer (VU, Amsterdam) over de principes van microbiële groei in de VS vrij snel zijn geaccepteerd. Men heeft daar algemeen geaccepteerd dat de efficiëntie van groei variabel is en sterk samenhangt met de groeisnelheid. De opvatting zoals die ca. 15 jaar geleden door Bauchop & Elsdon werd gelanceerd als zou de efficiëntie van microbiële groei biologisch gezien constant zijn slaat in de VS niet meer aan.

Een van de zaken waarmee volgens Dr. Milligan (University of Alberta, Edmonton Canada) bij microbiële groei in de voormagen te weinig rekening wordt gehouden is groei onder aërobe omstandigheden, met name in de buurt van de penswand. Volgens hem zijn er aanwijzingen dat de microörganismen in dit gebied tot op zekere hoogte de beschikking hebben over zuurstof wat afkomstig is uit het bloed. Deze opvatting wordt overigens maar door weinig onderzoekers op het gebied van de pensmicrobiologie gedeeld.

Niet iedereen in de VS accepteerde de algemene geldigheid van de door L.D. Satter (University of Wisconsin) gevonden relaties tussen minimale NH_3 -spiegel in pensvleestof (ca. 5 mg NH_3 -N/100 ml) die nodig was voor een maximale microbiële groei en het re-gehalte in het rantsoen waarbij dit NH_3 -gehalte gehaald zou worden. (ca. 13% re/droge stof). Volgens B. Hespell (University of Illinois) zou het NH_3 gehalte onder vrijwel geen enkele omstandigheid limiterend kunnen zijn voor microbiële groei. Het gehalte aan vrije aminozuren, die door een aantal bacteriesoorten in de pens direct worden ingebouwd in hun eiwit zou dat wel kunnen zijn, met name enkele uren na het voeren. Hij bepleitte daarom het afremmen van de afbraak van voereiwit i.p.v. het volledig blokkeren. In het laatste geval zou nl. de microbiële eiwitsynthese geremd worden door een tekort aan aminozuren, waardoor het gunstige effect van een verhoogd aanbod van onafgebroken voereiwit in de dunne darm weer teniet zou worden gedaan door een verminderd aanbod van microbiëel eiwit. In vitro onderzoek (W. Chalupa, University of Pennsylvania) had uitgewezen dat verhoging van het NH_3 -gehalte tot boven 20 mg/100 ml nog een gunstig effect had op de synthese van microbiëel eiwit. In deze proeven was echter iso-boterzuur aan het medium toegevoegd en dit vertakte ketozuur kon volgens hem een effect gehad hebben op de microbiële groei.

De stelling van L.D. Satter dat het zinloos was aan een rantsoen met meer dan 13 % re in de ds ureum toe te voegen werd door verschillende Amerikaanse onderzoekers nader onderzocht. Tijdens het symposium te East-Lansing werden een drietal proeven gerapporteerd waarbij in hoogproduktief melkvee was vergeleken het effect van het verhogen van het ruw eiwitgehalte van ca. 13 % in de ds naar ca. 17 % en het effect van het vervangen van een gedeelte van dit extra eiwit door ureum. Het rantsoen bestond in alle drie proeven uit lucernehooi, maissilage en krachtvoer. Hoewel geen der proeven statistisch significante effecten te zien gaf van een der behandelingen, noch op melkproduktie, noch op melksamenstelling, vertonen ze voor wat betreft melkproduktie allemaal dezelfde trend. Deze effecten zijn samengevat in de volgende tabel:

Melkprodukties (kg/dag) bij het voeren van een laag re-
gehalte (12.5-13.5 % in de ds), een hoger eiwitgehalte
(16-17,5 % re in de DS) en een hoger re gehalte voor een
deel bestaande uit ureum (2-4 % van de re als ureum).

% re/ds	12,5-13,5	16,0-17,5	16,0-17,5	aantal dieren	aantal na weken	plaats van
% re/ds				per	na	onderzoek
uit ureum	-	-	2.0-4.0	groep	partus	
Exp I	34,2	35,7	34,8	16	3-8	Madison, Wisc
Exp II	29,6	32,6	27,9	17	4-20	East Lansing, Michigan.
Exp III	32,7	34,8	34,3	32 ?	0-20	Pyalup, Wash.

In Urbana/Champaign (University of Illinois) hadden o.a. J. Clark et al onderzoek gedaan naar de gewenste eiwitgehaltenes in het rantsoen van hoogproduktief melkvee en de mogelijkheid om daarbij ureum te gebruiken. Een serie proeven waarbij betrekkelijk lage eiwitgehaltenes waren gebruikt was afgesloten en gepubliceerd (J. Dairy Sci., 61(1978) 902-931).

Dit onderzoek werd nu vervolgd men een range van hogere eiwitgehaltenes die de gehaltenes in de afgesloten serie proeven gedeeltelijk overlapte, zodat in de toekomst de hele range van eiwitgehaltenes, variërend van 10 tot 17 % re in de ds van het rantsoen kon worden vergeleken. De proefperiodes liepen van 21 tot 310 dagen na het afkalven. In onderstaande tabel worden een aantal melkproduktiegegevens van de pas afgesloten proeven gegeven:

Rantsoen: 11 % hooi; 47 % maissilage; 42 % krachtvoer.

Behandeling	I	II	III	IV	V
Ds-opname	14,6	17,7	17,8	18,7	19,3
re/ds	9,8	11,2	11,2	13,0	13,6
ureum-N x 6,25	-	1,4	-	1,4	-
Melk	16,1	21,3	19,5	22,2	25,4
FCM	14,6	19,0	18,6	21,0	22,7
% vet	3,41	3,38	3,76	3,71	3,39
% eiwit	3,15	3,12	3,45	3,42	3,42
aantal dieren	10	10	10	10	10

Uit deze cijfers (de gemiddelden van de hele periode van 21 t/m 310 dagen na het afkalven) kan worden geconcludeerd dat hoogproductief melkvee een eiwitgehalte in het rantsoen nodig heeft van tenminste 13 à 14% re/ds en natuurlijk eiwit iets betere produkties oplevert dan ureum.

Een van de vragen m.b.v. de eiwitstofwisseling bij herkauwers is wat er gebeurt met aminozuren nadat ze uit het darmkanaal zijn geabsorbeerd naar het bloed. Globaal kan men verwachten dat ze voor onderhoud, voor produktie van eiwit (wol-eiwit, vlees-eiwit, melk-eiwit) of als energiebron worden gebruikt. Echter de verhouding waarin individuele aminozuren voor de verschillende doeleinden worden gebruikt lijkt zeer verschillend, getuige de onderzoeken van prof. E.N. Bergman (Cornell University) en Dr. J.H. Clark (University of Illinois).

Prof. Bergman en zijn medewerkers (o.a. Dr. R.H. Heitmann) bestudeerden het metabolisme van aminozuren door verschillende organen (o.a. darmwand, lever, nieren achterste ledematen). Dit gebeurde met zgn. arterio-veneuze metingen, d.w.z. dat concentratieverschillen gecombineerd met flow metingen tussen veneus en arterieel bloed van en naar een bepaald orgaan informatie geven over de hoeveelheid aminozuur die door dat orgaan gebruikt worden. Bij op onderhoudsniveau gevoerde schapen verscheen gemiddeld minder dan de helft van de uit de dunne darm geabsorbeerde aminozuren in het poortaderlijke bloed. Voor de individuele essentiële aminozuren varieerde dit van 0 tot 70 %. Verhoging van het eiwitgehalte verhoogde de totale hoeveelheid geabsorbeerde aminozuren waardoor de door de darmwand gebruikte percentages afnamen. Ook de lever verbruikte aanzienlijke hoeveelheden aminozuren, met name niet essentiële. Van de in het bloed aangeboden hoeveelheden niet essentiële aminozuren verdween vaak meer dan 50 %. Vooral alanine, glutaminezuur en glutamine werden in grote hoeveelheden verbruikt. Vooral alanine werd volgens Bergman gebruikt voor gluconeogenese (desaminering van alanine levert pyrodruivenzuur, een der intermediairen in glucose afbraak en -synthese). Glutamine werd vooral omgezet in glutaminezuur en fungeerde dus meer als transportmechanisme voor NH_2 -groepen. Glutaminezuur op zijn beurt werd vooral omgezet in alanine. Door de lever werden betrekkelijk geringe hoeveelheden essentiële aminozuren gebruikt. Ook door de andere organen werden aminozuren gebruikt, zij het in veel mindere mate dan door de lever.

In de lever werden de aminozuren volgens professor Bergman vooral gebruikt voor gluconeogenese en in veel mindere mate voor het vervangen van verloren gegane aminozuren. Dit is uiteraard sterk afhankelijk van aminozuuraanbod versus -behoefte. Bovendien betrof het hier voornamelijk niet-essentiële aminozuren. Deze kunnen mogelijk in de lever wel worden gebruikt voor gluconeogenese, maar de hierbij gevormde glucose kan elders in het lichaam wel weer worden gebruikt voor de synthese van niet-essentiële aminozuren.

Soortgelijk onderzoek in lacterende koeien zag prof. Bergman voorlopig niet zitten, niet alleen wegens het ontbreken van de daarvoor noodzakelijke proefdieraccommodatie, maar ook omdat het operatietechnisch nogal al meer problemen zou geven.

Bij het onderzoek in Urbana/Champaign (University of Illinois) had men vooral gekeken naar de efficiëntie waarmee door de melkklier opgenomen aminozuren werden uitgescheiden in melkeiwit. Ook bij dit onderzoek was gebruik gemaakt van arterio-veneuze verschil metingen. De door deze groep van onderzoekers gevonden efficiënties lagen gemiddeld iets lager dan de enkele jaren door R. Bikkerstaffe e.a. (Engeland) gepubliceerde waarden. Gemiddeld werd 80 % (95) van de door de melkklier opgenomen aminozuur-N uitgescheiden in melkeiwit. Een belangrijk verschil was gevonden tussen essentiële en niet-essentiële aminozuren. Voor deze beide groepen aminozuren waren de efficiënties nl. resp. 60 (75) en 170 (130) %. (de tussen haakjes vermelde getallen geven de uitkomsten weer van Bikkerstaffe e.a.). De melkklier lijkt dus essentiële aminozuren te gebruiken voor de synthese van niet-essentiële aminozuren.

5. Onderzoek naar manipulatie van de fermentatie in de
voormagen van herkauwers.

Aan dit onderwerp werd in de VS en Canada veel aandacht besteed. Met name RUMENSIN is het onderwerp van vele studies. (Het gebruik ervan in de mestveevoeding heeft in de VS een grote vlucht genomen. Ook in Canada mag het sinds kort in de mestveevoeding worden gebruikt. Gebruik in de melkveevoeding is o.m. vanwege angst voor residuen in de melk in de VS en Canada verboden. Het gebruik van Rumensin in de mestveevoeding is ook binnen de EEG sinds ongeveer een jaar toegestaan).

Samengevat komen de effecten van Rumensin op het volgende neer (Dr. E.L. Potter; Dr. L.F. Richardson, Ely Lilly & Co., Greenfield, Indiana; Dr. D.E. Short, University of Illinois, Urbana/Champaign, Illinois):

De verhouding van vluchtige vetzuren in de pens wordt verschoven van azijnzuur naar propionzuur, met o.m. als gevolg een verminderde produktie van methaan (CH_4). De microbiële afbraak van voereiwit in de voormagen lijkt door Rumensin te worden geremd. Er zijn aanwijzingen dat ook de synthese van microbiëel eiwit geremd wordt. De schijnbare verteerbaarheid van ruw eiwit wordt door toevoegen van Rumensin iets verhoogd, de schijnbare verteerbaarheid van cellulose daarentegen heeft de neiging te dalen. Toediening van Rumensin aan rantsoenen van mestvee veroorzaakt een betere benutting van de verteerde energie, met als gevolg een betere voederconversie, iets wat in een groot aantal voederproeven duidelijk is komen vast te staan. Ook zijn er aanwijzingen dat door Rumensin de N-retentie gunstig wordt beïnvloed. Een minder gunstig effect van Rumensin is dat het de neiging heeft iets opnameverlagend te werken. Dus de groeisnelheid blijft gelijk, maar de dieren hebben iets minder voer nodig om deze groei te realiseren.

De verschuiving in de verhouding van de vluchtige vetzuren vindt zowel plaats bij ruwvoerrijke rantsoenen (doorgaans gepaard gaande met een hoog aandeel van azijnzuur in de totale VFA) als bij krachtvoerrijke rantsoenen (meestal een lager aandeel van azijnzuur en een hoog aandeel van propionzuur in de totale VFA). Deze verschuiving resulteert in een lagere CH_4 -produktie met als gevolg een hogere beschikbare energie inhoud van de verteerde energie. Hoewel het tot nu toe niet is gelukt het duidelijk experimenteel te bevestigen, mag op theoretische gronden verwacht worden dat metabolische energie in propionzuur iets efficiënter kan worden benut dan de energie in azijnzuur. Het effect van Rumensin op de energetische benutting kan overigens ook wel eens het gevolg zijn van het effect op de N-retentie. Een verbeterde N-retentie betekent nl. meer groei als eiwit + water, dus minder voer per kg groei.

Niet alleen heeft Rumensin een effect op de energiestofwisseling, ook de eiwitstofwisseling wordt beïnvloed. De remming van de microbiële afbraak van voereiwit in de voormagen blijkt vooral het gevolg te zijn van een verminderde desaminering van aminozuren en niet zozeer een vermindering van de inleidende hydrolytische splitsing van eiwit (proteolyse). Volgens onderzoek aan de universiteit van Illinois (Dr. D.E. Short) zou de remming van microbiële eiwitsynthese zich alleen voordoen bij een niet aan Rumensin aangepaste pensflora. Het effect zou na een zekere aanpassingsperiode verdwenen zijn. De door Short in zijn thesis vermelde microbiële groeiopbrengsten lijken echter nogal laag (ca. 16 g microbiële ds per 100 g gefermenteerd substraat; omgerekend komt dit neer op ca. 1,8 g N per 100 g in de voormagen verteerde organische stof, d.w.z. ca. 50 % lager dan wat als normaal wordt aangenomen). Hoewel geen direkte vergelijking werd gemaakt valt uit de door Short gevonden uitkomsten op te maken dat de microbiële groeiopbrengst van een niet aan Rumensin aangepaste flora zonder toevoeging van Rumensin een groeirendement van vergelijkbare hoogte werd gerealiseerd.

Deze lage groeirendementen kunnen samenhangen met de gebruikte techniek (batch-cultures waarvan 50 % dagelijks werd ververst) en de samenstelling van het substraat.

Met een niet aan Rumensin aangepaste pensflora vond Short bij een concentratie van 1 mg Rumensin/kg incubatievloeistof een remming van 85,45 en 54 % voor resp cellulose afbraak, eiwitafbraak en microbiële groei. Eenzelfde concentratie van 1 mg/kg had bij een wel aan Rumensin aangepaste pensflora geen effect op cellulose afbraak en microbiële groei en had het effect op eiwitafbraak teruggebracht tot slechts 13 %. Verhoging van het Rumensin niveau tot 4 mg/kg verhoogde het effect op eiwitafbraak tot 27%, maar een effect op celluloseafbraak zowel als microbiële groei bleef afwezig. Ook bij in vivo onderzoek met van lebmaagfistels voorziene schapen werd nauwelijks een effect gevonden op celluloseafbraak, eiwitafbraak of microbiëel groeirendement. In diverse onderzoeken is gebleken dat Rumensin de aantallen protozoa in pensvloeistof belangrijk reduceert. Dit zou er de oorzaak van kunnen zijn dat over het algemeen met Rumensin iets lagere NH_3 -gehalten in pensvloeistof worden gevonden. Dit verschijnsel is nl. ook geconstateerd met gedefaeunde (d.w.z. vrij van protozoen gemaakte) herkauwers.

De herhaaldelijk geconstateerde verhoging van de schijnbare verteerbaarheid van ruw eiwit en de gesuggererde afname in eiwitafbraak, resulterend in een iets verhoogde flow van eiwit naar de dunne darm lijken moeilijk te combineren. Immers in een groot aantal onderzoeken met van darmfistels voorziene dieren (zowel schapen als koeien) is gebleken dat er een tamelijk lineair verband bestaat tussen de hoeveelheid eiwit ($\text{Nx}6,25$) welke de dunne darm bereikt en de hoeveelheid welke in de mest wordt uitgescheiden. Verhoging van de schijnbare verteerbaarheid betekent een relatief kleinere uitscheiding in de mest, suggererend dat er ook minder eiwit de dunne darm heeft bereikt, tenzij Rumensin een verhogende werking heeft op de absorptie van eiwit uit het darmkanaal. Van dit laatste is tot nu toe niets gebleken.

Voor de onderzoekers van Ely Lilly was het effect van Rumensin op de eiwitstofwisseling dan ook tamelijk onduidelijk, maar er werd wel naarstig gezocht naar verbindingen met een soortgelijke en liefst nog sterkere werking dan Rumensin, waarbij met name het effect op de eiwitstofwisseling grote aandacht kreeg.

Het spreekt voor zich dat de concurrenten van Ely Lilly intussen ook niet stil zitten. Tijdens een verblijf in Groot-Brittannië, enkele jaren geleden (University of Newcastle upon Tyne) werd door de auteur al kennis genomen van activiteiten van I.C.I. op dit gebied. Tijdens het symposium te East Lansing werden een drietal voordrachten gewijd aan het effect van Avoparcine, een door Cyanamid ontwikkeld produkt met een soortgelijke werking als Rumensin, maar dan beter (althans volgens Cyanamid). Het valt daarom te verwachten dat er de komende jaren meer van dit soort produkten op de markt zullen komen.

Niet alleen het effect van de zojuist genoemde farmaceutische produkten kreeg de nodige aandacht, veel werd ook geëxperimenteerd met bufferende stoffen.

In de melkveevoeding kreeg dit de nodige aandacht i.v.m. het lage melkvet wat bij de Amerikaanse, vooral op maïssilage en/of maïs gebaseerde rantsoenen nogal eens problemen geeft. Met name het aan het rantsoen toevoegen van bicarbonaat schijnt in dit verband in de VS enige opgang te maken. Dat er van het toevoegen van bicarbonaat enig effect verwacht kan worden wordt geïllustreerd met de uitkomsten van een tweetal proeven welke tijdens het symposium te East Lansing werden gerapporteerd:

Exp. I (University of Hawaii, Honolulu).

Rantsoen: 18,2 kg maïssilage; 4,6 kg ananas zemelen (pine bran);
11,4 kg krachtvoer (vnl. granen)

	kg melk	g vet	kg FCM	% vet	aantal dieren
controle rantsoen	23,5	740	20,54	3,29	12
controle + 1,8 % NaHCO_3	23,8	820	21,85	3,55	12
controle + 2,8 % NaHCO_3	23,9	770	21,12	3,32	12

Exp. II (University of Kentucky, Lexington)

Rantsoen: 40 % maissilage; 60 % krachtvoer.

	Ds-opname	kg melk	% vet	aantal dieren
controle rantsoen	17,5 kg	35,9	3,5	5
controle + 1,5 % NaHCO_3	19,9	35,2	4,2	5
controle + 0.8 % MgO	18,2	34,8	3,8	5
controle + 1,5 % NaHCO_3 + 0.8 % MgO	18,1	34,2	4,1	5

Hoewel deze uitkomsten de indruk wekken dat in deze richting het probleem van lage melkvetgehaltes beteugeld kan worden, werden er maar weinig vorderingen gemaakt bij het onderzoek naar het hoe en waarom naar dit fenomeen. Het van de Universiteit van Illinois afkomstige idee dat het een gevolg zou zijn van een tekort aan vitamine B_{12} werd nauwelijks meer geloofd, ook niet in Illinois zelf. Volgens L.H. Schulz (University of Wisconsin) kon het wel eens een gevolg zijn van een verandering in de lipidensamenstelling van membranen, waardoor het transport van vetzuren werd beïnvloed. Dit zou kunnen verklaren waarom krachtvoerrijke rantsoenen en rantsoenen met veel meervoudig onverzadigde vetzuren hetzelfde effect hebben op het melkvetgehalte. Interessant was een mededeling van J.M. Elliott (Cornell University) dat uit de praktijk berichten kwamen dat verhoging van het eiwitgehalte van het rantsoen de melkvetverlagende werking ongedaan kon maken. Het onderzoek in het I.V.V.O. doet ook vermoeden dat er misschien een verband bestaat tussen het NH_3 -gehalte in de pens (als een soort van afgeleide van het eiwitgehalte in het rantsoen) en het optreden van een laag melkvetgehalte.

Het toevoegen van bufferende stoffen aan rantsoenen voor mestvee stond ook vrij sterk in de belangstelling. Een theorie die momenteel opgang maakt ter verklaring van het effect van bufferende stoffen is dat het niet alleen in de pens een pH verhogende werking heeft, maar dat dit zich voortzet in de rest van het verteringskanaal. Hierdoor zou ook de pH in de dunne darm worden verhoogd, wat een gunstig effect zou hebben op de activiteit van α -amylase, het enzym wat verantwoordelijk is voor de hydrolyse van zetmeel. Dit enzym heeft een pH optimum tussen pH 5 en pH 6 en een verhoging van de pH in de dunne darm zou de activiteit ervan vrij sterk kunnen stimuleren. Bij de in de VS gebruikelijke, grotendeels op mais gebaseerde rantsoenen ontsnappen belangrijke hoeveelheden zetmeel aan fermentatie in de voormagen. De capaciteit van de dunne darm om zetmeel te verteren lijkt beperkt, o.a. als gevolg van de te lage pH, waardoor aanzienlijke hoeveelheden zetmeel in de mest worden uitgescheiden. Het aan het rantsoen toevoegen van bufferende stoffen zou vooral de zetmeelvertering gunstig beïnvloeden, met name in de dunne darm. Het onderzoek van E.E. Wheeler e.a. (Agricultural Research Center, Beltsville) had uitgewezen dat er een goed verband bestond tussen de pH van de mest en de pH aan het begin van de dunne darm van pas geslachte dieren. Met het doen van waarnemingen in geslachte dieren moet men overigens wel oppassen, want door Wheeler werden voor het begin van de dunne darm pH waarden genoemd van boven de 5, een waarde die aanmerkelijk hoger is dan wat doorgaans in levende, van darmfistels voorziene dieren wordt gevonden.

Bovengenoemde theorie werd ook gehanteerd om de wonderbare werking van cement stof (cement kiln dust) te verklaren. Toevoeging van dit afvalprodukt in hoeveelheden van 3,5 % aan het rantsoen van meststieren aan rantsoenen met resp. 8,6 en 12,3 % re/ds had de groei met resp. 67 en 37 % verbeterd (gemiddelde groeicijfers van 8 dieren per behandeling). Voederconversies waren met resp. 43 en 32 % verbeterd. (De gemiddelde groei van de

met 12,3 % re/ds + cementstof gevoerde dieren met een begingewicht van 309 kg bedroeg over een periode van 140 dagen 1520 g/dag). Echter dit kon niet alleen verklaard worden door veranderingen in het verteringskanaal. Bovendien was in groeiproeven met ratten gevonden dat het cementstof ook bij deze dieren een gunstig effect had. Een nadeel van het cementstof was dat het nogal wat zware metalen bevatte (o.a. lood en selenium) die voornamelijk werden opgehoopt in lever en nieren. Bovendien was het effect ook afhankelijk van de soort cementstof. Met name dat uit Georgia zou erg goed zijn.

De werking van bufferende stoffen in het verteringskanaal zou volgens Wheeler niet zozeer berusten op hun bufferende capaciteit, maar meer op de snelheid van buffering, een begrip wat wordt uitgedrukt in seconden of delen daarvan en waarvoor geavanceerde apparatuur nodig is om het te meten. De bufferingssnelheid van het cement kiln dust zou volgens hem het duizendvoudige bedragen van de snelheid van bv. krijt. In zijn toekomstige functie binnen het Meat Research Center (Clay Center, Nebraska) zou hij de hiervoor nodige apparatuur hebben en wilde hij verder onderzoek in deze richting gaan doen.

6. Onderzoek naar de benutting van afvalstoffen.

Om twee redenen wordt veel onderzoek verricht naar de mogelijkheid bepaalde afvalstoffen te benutten. Enerzijds gebeurt dit om het milieu te ontlasten en het onderzoek op dit gebied beperkt zich niet tot de veevoeding. Anderzijds wil men meer weten over de mogelijkheden voor de menselijke voeding minder geschikte produkten via de veevoeding tot waarde te brengen.

Bij het onderzoek naar de milieubelastende stoffen ligt de nadruk op het gebruiken van mest (vooral pluimveemest en mest van de feedlots). In beide gevallen zijn de bedrijven zo weinig grondgebonden dat het onmogelijk is geworden de mest op het eigen bedrijf aan te wenden, een situatie die ook in Nederland steeds meer voorkomt.

Met name pluimveemest tracht men in de voeding van herkauwers (vooral mestvee) te gebruiken. Het onderzoek lijkt min of meer geconcentreerd in de University of Missouri; R.J. Lipsey e.a., Columbia, Missouri; het Virginia Polytechnic Institute and State University te Blacksburg, Virginia J.P. Fontenot e.a. en op het Agricultural Research Center te Beltsville (L.W. Smith). Bij het oplossen van het mestprobleem van de feedlots worden twee wegen bewandeld. Enerzijds wordt geprobeerd de mest te "recyclen" door het al dan niet na een behandeling (bv. met loog) weer in het voer van herkauwers op te nemen. Ook wordt het wel ingekuild met maissilage. Anderzijds wordt er nogal wat onderzoek verricht naar de mogelijkheden om mest te fermenteren en er methaangas (CH_4) uit te winnen, iets waar we in Nederland ook mee bezig zijn. Een van de aspecten die in dit verband bestudeerd worden (M.P. Bryant, University of Illinois) is de efficiency waarmee deze afvalprodukten kunnen worden omgezet in methaangas. De onderzoekingen worden uitgevoerd in vitro met zgn. semi-continuous fermenters. In deze fermentors wordt iedere dag een deel van de inhoud vervangen door een nieuw substraat. In dit systeem kon echter slechts ca. 30 % van de uitscheidingsprodukten (mest + urine) van melkkoeien gefermenteerd worden. Dit lag ongeveer 40 % lager dan wat eerder voor de uitscheidingsprodukten van mestvee (feedlot) was gevonden. De oorzaak voor de lage "fermenteerbaarheid" van uitscheidingsprodukten van herkauwers werd vooral gezocht in de invloed van lignine e.d. Een bevredigende verklaring voor het verschil tussen melk- en mestvee was nog niet gevonden.

Een van de redenen waarom de groep in Illinois (Bryant e.a.) in dit soort onderzoek geïnteresseerd waren, was, afgezien van dat er geld voor was, de overeenkomst tussen fermentatie van afvalprodukten en de fermentatie in de voormagen. Beide verlopen anaëroob of nagenoeg anaëroob en bij beide wordt methaan (CH_4) geproduceerd als eindprodukt. Het grote verschil is dat in de fermentatie van afvalprodukten methaan een gewenst eindprodukt is terwijl dat in de fermentatie in de voormagen van herkauwers een uit energetisch oogpunt juist ongewenst eindprodukt is.

Microbiologisch gezien is er nog een tweede belangrijk verschil. Volgens Bryant zijn in de anaërobe fermentatie met methaan als eindprodukt drie groepen bacteriën van belang. De eerste groep hydrolyseert het substraat (koolhydraten, eiwitten, lipiden) en breekt het indien mogelijk verder af tot azijnzuur en andere verzadigde (vluchtige) vetzuren, CO_2 en H_2 . De tweede groep, bestaande uit tot nu toe grotendeels onbekende bacterie-soorten, breekt de eindprodukten van de eerste groep af in azijnzuur en H_2 . Dan komt de derde groep die de eindprodukten van de beide eerste groepen gebruikt. Binnen deze groep zijn soorten die vooral azijnzuur als substraat gebruiken en soorten die vooral H_2 als energieleverende "grondstof" benutten. De groep die azijnzuur kan omzetten in methaan (en CO_2 etc.) heeft een te lage groeisnelheid om zich in de pens te handhaven en komt daarin dan ook niet voor. De reductie van CO_2 m.b.v. H_2 door de wel in de pens voorkomende methaanvormende bacteriën levert echter voldoende energie (ATP) op. Voor een groei die snel genoeg is om uitspoeling uit de pens te voorkomen. Wel wordt door deze groep acetaat gebruikt als bouwstof voor celmateriaal.

Voor de tweede (d.w.z. de azijnzuur + H_2 vormende) groep is erg gevoelig voor H_2 en kan in feite alleen leven in symbiose met de derde (methaanvormende) groep. Echter de generatietijd van de tweede groep is zo hoog (minstens enkele dagen) dat ze in de pens gewoon niet aan bod komt als gevolg van de te hoge zgn. "verdunningsnelheid". In de (anaërobe) fermentatie in bv. stilstaand water (meren en plassen) speelt de verdunningsnelheid een minder belangrijke rol en kan de tweede groep voor de methaanvorming belangrijke bacteriën zich wel handhaven. Ook de azijnzuur omzettende methaanvormende groep bacteriën uit de derde groep kan in een dergelijk milieu gedijen. De lange generatietijd van zowel de azijnzuurvormende als de azijnzuur vergistende groep bacteriën welke een grote rol spelen bij de anaërobe vergisting van bv. mest om daaruit methaangas te winnen, legt uiteraard wel beperkingen op aan de snelheid waarmee dit kan plaats vinden.

Gecombineerd met de bevinding van Bryant en medewerkers dat meer dan de helft van de uitscheidingsprodukten van runderen voor methaanvorming als substraat onaantastbaar was, kan de konklusie getrokken worden dat voorlopig niet verwacht mag worden dat de boeren binnenkort voor een belangrijk deel in hun energiebehoeften kunnen voorzien door de door hun vee geproduceerde mest te vergisten.

Naast de ook elders in de belangstelling staande afval- en bijprodukten als potentieel geschikt voor de veevoeding zoals stro, kaf e.d. en het daarmee samenhangende onderzoek naar ontsluiting wordt in de VS en Canada ook gekeken naar de mogelijkheden van minder gangbare produkten als voer voor herkauwers. Zo is er onderzoek gaande naar de voederwaarde van espenhout en -afval- len (University of Manitoba, Winnipeg; University of South Dakota, Brookings), eendenkroos (Louisiana State University, Baton Rouge) in een waterzuiveringsinstallatie gegroeide waterplanten (Michigan State University, East Lansing), ingekuilde zonnebloemplanten (University of South Dakota, Brookings) en aardappelloof (Agricultural Research Station, Fredericton, Canada).

7. Onderzoek naar infrarood reflectie spectroscopie voor de voederwaardebepaling van (ruw-) voedermiddelen.

Een onderzoek wat in de VS en ook daarbuiten sterk in de belangstelling staat is dat naar de mogelijkheid een betrouwbare schatting van de chemische samenstelling en zo mogelijk voederwaarde van voedermiddelen (o.a. ruw-voeders) te maken m.b.v. infrarood reflectie spectroscopie.

Deze methode berust op het principe dat chemische verbindingen met dezelfde of soortgelijke chemische groepen (bv. een carbonyl of $C=O$ groep in aldehyden, ketonen, organische zuren etc.; NH_2 groepen in eiwitten en aminozuren) een sterke absorptie vertonen bij een bepaalde golflengte, met name in het nabije infrarood. Het gevolg hiervan is een karakteristiek transmissiespectrum voor een stof met een bepaalde chemische samenstelling.

Niet alleen het transmissiespectrum is karakteristiek, ook het reflectiespectrum. Omdat dit laatste veel minder gevoelig is voor de wijze waarop het monster bereid is en de laagdikte van het monster, is men de reflectiespectra van voedermiddelen nader gaan analyseren (K.H. Norris, Agricultural Research Center, Beltsville; prof. J.S. Shenk, Pennsylvania State University, College Park).

Een van de moeilijkheden bij deze methode is dat de reflectie minima (overeenkomend met de absorptie maxima) van sommige chemische groepen elkaar geheel of gedeeltelijk overlappen. Door van een groot aantal voermonsters (bv. 50 of meer) met bekende chemische samenstelling de reflectiespectra te bepalen, kan vervolgens met behulp van multiple regressie de relatie tussen reflectie spectrum en chemische samenstelling worden bepaald. Het schatten van bv. het eiwitgehalte kan met deze methode al gebeuren met een nauwkeurigheid die vergelijkbaar is met de nauwkeurigheid van de klassieke Kjeldahl methode, met name in granen en graanprodukten.

Voor ruwvoerders lijken de mogelijkheden vooralsnog wat kleiner, d.w.z. de problemen wat groter. De chemische samenstelling van ruwvoerders is vaak nogal ingewikkeld en bovendien niet constant. Om dan toch voldoende betrouwbare resultaten te krijgen is het nodig regressieformules voor de relatie tussen reflectie spectrum en chemische samenstelling te berekenen voor groepen ruwvoerders, bv. silages, hooi, vers gras, etc. Volgens Dr. K.H. Norris (Agricultural Research Center, Beltsville) zou het zelfs gewenst zijn om voor wat deze groepen voedermiddelen betreft te werken binnen bv. grassen of binnen vlinderbloemigen.

Momenteel zijn er een aantal apparaten op de markt die gebruik maken van infrarood reflectie. Deze apparaten zijn veelal ontwikkeld voor een snelle analyse van granen. Gewoonlijk werken ze met filters, waardoor het reflectiespectrum voor een (beperkt) aantal golflengten kan worden bepaald, in aantal variërend van 10 (bv. Grain Analyser Computer, Dickey John Corporation) tot 20 (bv. Infra Alyzer, Technicon). Meestal zijn deze apparaten voorgeprogrammeerd met standaard regressieformules.

Soms is er een (beperkte) mogelijkheid regressieberekeningen met het apparaat uit te voeren, zodat voor andere soorten monsters standaardformules kunnen worden uitgewerkt.

In ruwvoerders is zoals gezegd de chemische samenstelling doorgaans gecompliceerd. Dit heeft tot gevolg dat de reflectiespectra de neiging hebben wel eens iets te verschuiven, d.w.z. dat het minimum voor een bepaalde chemische groep niet altijd op precies dezelfde golflengte ligt. Dit maakt de met filters uitgeruste apparaten minder geschikt voor onderzoek en routinebepalingen met ruwvoerders. Bovendien hebben ze doorgaans een te kleine rekeneenheid om uit een voldoende groot aantal monsters betrouwbare regressieformules te berekenen. Professor Shenk (Pennsylvania State University) achtte deze apparaten dan ook volstrekt ongeschikt voor het doen van onderzoek naar de chemische samenstelling en voederwaarde van ruwvoerders. Hiervoor zou een apparaat vereist zijn wat tenminste een continu IR-spectrum kan meten en er zou een behoorlijke rekeneenheid bij moeten zijn. In samenwerking met Dr. K.H. Norris (Beltsville) had de firma Neotec een apparaat ontwikkeld dat tot op zekere hoogte aan deze eisen voldeed. Het is in staat een continu spectrum te meten en heeft een rekeneenheid met een geheugencapaciteit van 28-32 K (De Wang computer van het I.V.V.O. heeft 8 K). Met dit apparaat kunnen de gegevens van 75 monsters worden geanalyseerd, al kost het uitrekenen van de regressievergelijkingen wel enkele uren. IR-reflectiespectrofotometer en computer samen zouden US.\$35.000 - 40.000 kosten. De USDA ging 8 van deze combinaties plaatsen, verspreid over de hele VS. Het hele netwerk zou worden gecoördineerd vanuit Pennsylvania State University (prof. Shenk) waar ook een "moeder" computer beschikbaar was om zo nodig grotere berekeningen (bv. berekeningen met meer dan 75 monsters) voor de "dochter" apparaten uit te voeren. Om het systeem goed op elkaar af te stemmen had men wel voor een ander merk rekeneenheid gekozen, nl. een eenheid die aansloot bij de computer die prof Shenk al had staan. Dit

om moeilijkheden bij de invoer van gegevens van de "dochter" apparaten, wanneer die waren uitgerust met een ander merk computer, te voorkomen.

Het grote voordeel van deze techniek is enerzijds dat de monster ongeschonden blijven en anderzijds de snelheid waarmee een analyseresultaat beschikbaar komt. Dit zou het naar de mening van prof. Shenk vooral geschikt maken als eerste selectiemogelijkheid in plantaardige selectieprogramma's waarbij geselecteerd moet worden op chemische samenstelling en/of voederwaarde. Het routinematig gebruik van dit soort apparatuur voor het bepalen van de chemische samenstelling en de voederwaarde van ruwvoerders zag hij de eerstkomende jaren nog niet zo erg zitten.

De fabrikanten van dit soort apparatuur denken daar kennelijk iets anders over. Door een van deze fabrikanten (Neotec) wordt nu al een apparaat geadverteerd waarmee volgens de brochure binnen 12 seconden (!) een complete aminozuuranalyse kan worden uitgevoerd in voedermiddelen (graanprodukten) met een nauwkeurigheid die gelijk is aan die van een chromatografische aminozuuranalyse !!

8. Diversen

In deze laatste sectie wordt kort ingegaan op een aantal onderzoek-activiteiten van uiteenlopende aard, welke hetzij aansluiten bij op het I.V.V.O. uitgevoerde onderzoek en niet in een van de voorgaande secties genoemd konden worden, hetzij om andere redenen het vermelden waard worden geacht.

Opgemerkt werd reeds dat in de VS en Canada in toenemende mate onderzoek wordt gedaan met d.m.v. chirurgisch ingrijpen aangepaste dieren. Voor het verteringsfysiologisch onderzoek met herkauwers zijn op vele plaatsen dieren beschikbaar welke zijn voorzien van een pensfistel. Veelal worden grote fistels toegepast, waarbij voor koeien een speciaal uit siliconenrubber vervaardigd type, wat in de handel verkrijgbaar is (kosten ca. US \$ 75,-- per stuk) populair is. Ook zijn op diverse plaatsen dieren met darmfistels voorhanden, zowel herkauwers (schapen, meststieren, melkkoeien) als niet-herkauwers (varkens).

Het meest wordt gebruik gemaakt van m.b.v. een mal uit plastisol vervaardigde fistels van tamelijk zacht en flexibel materiaal.

In Winnipeg (Dr. G.D. Philips, University of Manitoba) werd onderzoek verricht naar de functie van pancreas en gal in herkauwers. Daartoe had men zowel pancreasafvoergang als galafvoergang gecannuleerd.

Op een aantal plaatsen werd fysiologisch onderzoek naar de intermediaire stofwisseling uitgevoerd, o.a. met behulp van arterio-veneuze verschil metingen (University of Illinois; Cornell University) of door het meten van metaboliëten in de poortader (Iowa State University, Pennsylvania State University). In beide gevallen moeten bloedvaten continu gecannuleerd worden. Voor deze techniek had men in Ames (dr. A.D. McGilliard, Iowa State University) als oplossing gekozen voor het inbrengen van een speciaal geconstrueerde 2-voudige injectiespuit, welke met de voorkant tegen de buitenwand van de poortader "geplakt" werd (m.b.v. zgn. tissue-cement). Na het langs operatieve weg op zijn plaats brengen van dit apparaatje kon dit van buiten het dier worden bediend, in die zin dat de injectienaald door de poortaderwand als het ware naar binnen geschoten kon worden. Langs een, met uitzondering van de injectienaald, gescheiden circuit kon vervolgens, hetzij een infuus gegeven worden, hetzij een monster getrokken worden van het poortaderlijke bloed. Na afloop kon de injectienaald weer naar buiten getrokken worden. Het voordeel van dit systeem was dat men minder last had van bloedstolling e.d. Volgens McGilliard kon na inbrengen van het apparaatje zo nodig gedurende meer dan een jaar van tijd tot tijd een monster getrokken dan wel een infuus gegeven worden.

Op meerdere plaatsen werden N-balansstudies uitgevoerd met lacterende koeien, waarbij de urine werd verzameld m.b.v. een blaascatheter (University of Illinois; Michigan State University; Agricultural Research Center, Beltsville).

Desgevraagd werd op al deze plaatsen verklaard dat zonder veel moeilijkheden op deze wijze urine kon worden verzameld over een periode van 10 - 14 dagen.

In Madison (dr. L.H. Schultz, University of Wisconsin) werd onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van nicotine-zuur als therapeuticum tegen ketose.

Door nicotinezuur werd de mobilisatie van lichaamsvet tegengegaan en verondersteld werd dat het bovendien een effect had op de koolhydraatstofwisseling, hetzij via een stimulering van de glucosesynthese, hetzij via een remming van het effect van insuline op het glucosegehalte in het bloed. Aanvankelijk was men gestart met een grote dosis (160 g in 4 toedieningen met een tussentijd van 2 uur). Dit had gedurende betrekkelijk korte tijd een drastische vermindering van het gehalte aan ketonlichamen en een evenzeer drastische verhoging van het glucosegehalte in het bloed tot gevolg. Het effect was echter maar tijdelijk en werd gevolgd door een periode met opnieuw een verhoogd gehalte aan ketonlichamen en een verlaagd gehalte aan glucose in het bloed. Langduriger succes leek te kunnen worden bereikt door het toedienen van lagere doses (15 g per dier per dag) over een langere periode.

In Madison (Dr. A.W. Young, University of Wisconsin, Dept. of Animal Science) werd ook onderzoek verricht naar de verteerbaarheid van zetmeel in de dunne darm van herkauwers. Hiervoor werd gekeken naar de hoeveelheid zetmeel die na het voeren van vooral op mais gebaseerde rantsoenen het begin van de dunne darm, het eind van de dunne darm (ileum) en de faeces bereikten. Tegelijkertijd werd gekeken naar de activiteit van in de dunne darm uitgescheiden zetmeelsplitsende enzymen (α -amylase en maltase). De indruk bestond dat met name de hydrolytische splitsing van zetmeel in maltose door het enzym α -amylase de beperkende stap was voor de dunne darm om zetmeel te verteren. Aanvankelijk had men dit onderzoek uitgevoerd met dieren die geslacht werden aan het eind van de proef.

Momenteel was men bezig de zetmeelvertering te bestuderen in dieren die voorzien waren van fistels op diverse plaatsen in het verteringskanaal. (in sectie 5 werd al gewezen op het mogelijke belang van het pH niveau in de dunne darm op de activiteit van α -amylase en daarmee op de mogelijkheid van de dunne darm om zetmeel te verteren.)

Op het gebied van conserveermiddelen voor silages wordt in de VS op beperkte schaal geëxperimenteerd met het toevoegen van gemengde bacteriecultures in gedroogde zowel als natte vorm. (o.a. University of Kentucky, Lexington). Dit soort toevoegmiddelen zouden een gewenste fermentatie in de silage bevorderen en de verliezen aan verschillende nutriënten beperken. Ofschoon de onderzoekresultaten tot nu toe niet overweldigend waren, werden al verschillende van dit soort produkten in de handel gebracht.